DAS OBJEKTIVE REKRUITMENT BEI INNENOHRSCHWERHÖRIGKEIT

MICHAEL HÖSL

1979

DAS OBJEKTIVE REKRUITMENT BEI INNENOHRSCHWERHÖRIGKEIT

MICHAEL HÖSL

Aus der audiologischen Abteilung
der Hals-Nasen-Ohren-Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. H.H. Naumann

DAS OBJEKTIVE REKRUITMENT BEI INNENOHRSCHWERHÖRIGKEIT

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnmedizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Michael Josef Hösl
aus Mainburg
1979

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. K. Schorn

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. H. H. Naumann

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 6.12. 1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Einleitung	1
B. Theoretischer Teil	3
I. Geschichtlicher Abriß der Impedanzmessung	3
II. Impedanzmessung	3
III. Reflexbogen des M. Stapedius	7
IV. Anwendung der Impedanzmessung	9
C. Methodik und Patientengut	10
I. Patientengut	10
II. Tonaudiometrie	10
III. Überschwellige Tests	10
IV. Impedanzaudiometrie	11
V. Auswertungsvorgang	11
D. Ergebnisse	12
I. Größe der Reflex-Hörschwellendifferenzen bei verschiedenen Innenohrerkrankungen	12
1. Lärmschwerhörigkeit	12
2. Kindliche Schwerhörigkeit	14
3. M. Menière	16
4. Hörsturz	18
5. Altersschwerhörigkeit	20
6. Schwerhörigkeit bei HWS-Syndrom	22
7. Retrocochleäre Innenohrschwerhörigkeit	24

II. Vergleich des objektiven und subjektiven Rekruitments an Patienten mit Lärmschwerhörigkeit, kindliche , nicht progredierende Schwerhörigkeit, Altersschwerhörigkeit sowie M. Menière und Hörsturz 26

III. Positives objektives Rekruitment bei Patienten mit retrocochleären Innenohrstörungen im Vergleich mit den Ergebnissen anderer retrocochleärer Tests 27

E. Diskussion 29

F. Tabellarische Übersicht der Meßergebnisse 36

G. Zusammenfassung 44

H. Literaturverzeichnis 45

A. EINLEITUNG

Unter dem Begriff "objektiven Rekruitment" ist eine abnorme Auslösbarkeit des Stapediusmuskelreflexes durch akustische Reize mit Intensitäten von weniger als 70 dB über der Hörschwelle zu verstehen, während im Normalfall der Reflex erst bei Werten über 80 dB registriert werden kann (19).
1928 berichtete Fowler (7) erstmals von bestimmten Hörstörungen mit einer Verschiebung der Lautstärke-Lautheitsrelation zugunsten einer größeren Lautheit. Danach wird am erkrankten Ohr bereits bei einer geringeren Lautstärke die gleiche Lautheit empfunden wie beim gesunden Ohr durch eine höhere Lautstärke. Fowler beschrieb auf Grund dieser Zusammenhänge, die als Rekruitment bezeichnet wurden, den sogenannten "Alternierenden binauralen Lautheits-Balance-Test" (ABLB), der zunächst nur zur differentialdiagnostischen Abgrenzung der Schalleitungsstörungen von Perzeptionsstörungen diente. Erst seit den Arbeiten von Dix u. a. (3) gilt als erwiesen, daß auch bei retrocochleären Veränderungen kein Lautheitsausgleich erfolgt. Ein zweites Rekruitmenttestverfahren mit analogem diagnostischem Anwendungsgebiet ist der SISI-Test (Short Increwment Sensivity Index), der 1959 von Jerger (9) entwickelt wurde. Beide Rekruitmenttests sind überschwellige Verfahren und gelten als subjektiv, da sie von Intelligenz, Wille ect. des Patienten abhängig sind. Seit Metz 1952 (19) zeigen konnte, daß der akustisch ausgelöste Stapediusreflex klinisch als Rekruitmenttest verwendbar ist, steht ein objektives Verfahren zur Innenohrdiagnostik zur Verfügung. Er beobachtete bei cochleären Störungen eine abnorme Auslösbarkeit des Stapediusreflexes bei geringeren Intensitäten als 70-90 dB über der Hörschwelle. Der Metz-Rekruitment-Test wird als objektivierbare Testmethode entsprechend oft im klinischen Bereich angewandt und ist Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen. Der überwiegende Anteil der Arbeiten wurde jedoch an einem Patientengut durchgeführt, das hinsichtlich der Äthiologie seiner Innenohrstörungen nicht näher differenziert wurde.
Aufgabe dieser Arbeit ist es festzustellen, ob mit Hilfe des

objektiven Rekruitments Innenohrstörungen verschiedener Genese differenziert werden können. An einem Patientengut, das die Krankheitsbilder Lärmschwerhörigkeit, nicht progredierende kindliche Schwerhörigkeit, M. Menière, Hörsturz, Altersschwerhörigkeit und Schwerhörigkeit bei HWS-Syndrom umfaßt, sollen die Hörschwellen und die Stapediusreflexschwellen ermittelt werden.
Außerdem soll der Frage nachgegangen werden, inwieweit objektives und subjektives Rekruitment in ihrer Aussage übereinstimmen. Dazu müssen bei obengenanntem Patientengut SISI- und Fowler-Tests durchgeführt werden.
Zuletzt soll das gelegentliche Auftreten des positiven objektiven Rekruitments bei retrocochleären Störungen kritisch beleuchtet werden.

B. THEORETISCHER TEIL

I. Geschichtlicher Abriß der Impedanzmessung:

Bereits 1867 versuchte Lucea (16) mit dem von ihm entwikkelten "Interferenz-Otoskop" dem Mittelohr Töne zuzuführen, die Schallreflexion zu messen und daraus auf den Zustand des Mittelohrs zu schließen.
Mit Hilfe einer "mechanoakustischen Brücke" erstellte Metz (1946) (18) Impedanzen bei Patienten mit verschiedenen Mittelohrerkrankungen. Er beobachtete, daß die Werte gewöhnlich höher waren als bei gesunden Ohren, und daß eine Impedanzänderung sowohl vom Druck im Gehörgang wie auch von den Binnenmuskelreflexen abhing.
In den fünfziger Jahren war es vor allem Thomsen, der auf den diagnostischen Wert der Impedanzmessung hinwies. Er schlug die Messung der Schallabsorbation, die Bestimmung der Impedanzänderung zur Prüfung der Tubenfunktion als Vergleichsgrößen vor (26).
1957 entwickelten Terkildsen und Nielsen das erste kommerzielle elektroakustische Impedanzmeßgerät Madsen ZO 61 (24).
Das erste Tympanogramm der heutigen Form wurde von Thomsen mit einem solchen Gerät erstellt (25).
In den letzten fünfzehn Jahren wurde in erster Linie an der Verfeinerung der Messmethode gearbeitet. Es wurde versucht neue Anwendungsmöglichkeiten auf dem Gebiet der Reflexmessung und der Tympanometrie zu entwickeln. (6) Eine spezielle Anwendung ist der Stapediuslautheitstest.

II. Impedanzmessung (17)

Akustische Impedanz ganz allgemein ist definiert als Widerstand, der einer Schallwelle bei ihrer Ausbreitung entgegengesetzt wird. Der Schallwellenwiderstand ist bei Luft sehr klein und beträgt ca. 41,5 akustische Ohm. Da der akustische Widerstand des Trommelfells ca. 40 akustische Ohm beträgt, kommt es praktisch zu einer totalen Umwandlung der Luftschwin-

gungen in Trommelfellschwingungen. Das gilt allerdings nur bei einer Schallwellenfrequenz von 800 Hz. Bei einer anderen Frequenz wird der Schallwellenwiderstand des Trommelfells größer. Entsprechend weniger Schallwellen werden in Trommelfellschwingungen und damit weniger Schallenergie in Schwingungsenergie des Trommelfells umgesetzt als bei 800 Hz. Bei der Impedanzmessung wird der Gehörgang durch eine Membran abgeschlossen, so daß Druckkammerverhältnisse herschen. Mit Hilfe eines Lautsprechers wird über eine Membran die Schallenergie abgegeben, die geringfügig an der Gehörgangswand absorbiert wird (d) (siehe Abb. I). Fast unvermindert treffen die Schallwellen auf das Trommelfell und werden teilweise in Trommelfellschwingungen umgesetzt (e). Ein gewisser Anteil wird reflektiert (b), überlagert sich im Gehörgang mit einlaufenden Schallwellen (a) und baut so den Schallpegel (c) auf, der außer von der reflektierten Schallenergie (b) noch vom Volumen des Gehörgangs abhängt.
Daraus folgt: e = a - (c+b) (siehe Abb. I)
Bei normalem Trommelfellgehörknöchelchenapparat ist der Nutzschall am größten. Wenn durch Überdruck im Gehörgang die Schwingung des TGA nicht mehr möglich ist, wird die Nutzschallgröße Null und die ganze Schallenergie praktisch reflektiert.

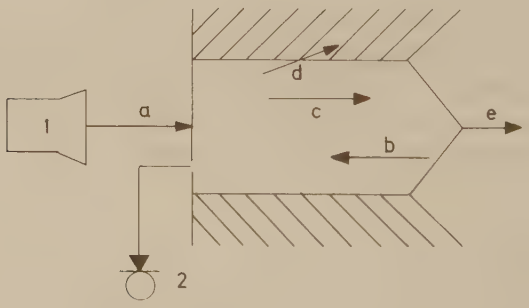

Abb. I: Skizze zur Darstellung der Schallkomponenten bei der Impedanzmessung
a = Schallenergie
b = reflektierter Anteil

c = Intensitätskomponente
e = Nutzschallkomponente
d = Von der Gehörgangswand absorbierter Anteil
1 = Lautsprecher
2 = Mikrofon

1. Arbeitsweise eines Impedanzmessgerätes (17)
Wegen der außerordentlichen Empfindlichkeit des Trommelfells gegen Schalldruckänderungen braucht man zur Erfassung geringster Einschränkungen der Schwingungsfähigkeit des Trommelfells ein entsprechend empfindliches Meßgerät. Geringste Änderungen einer Größe werden in der Elektronik durch die Schuster'sche bzw. Wheatstone'sche Brücke registriert und bestimmt. Darauf beruht auch das Prinzip von Madsen Z070, einer Weiterentwicklung des Madsen Z061 von Terkildsen und Nielsen.

2. Beschreibung der Versuchsanordnung (siehe Abb. II)
Vom Tongenerator wird bei konstanter Frequenz von 220 Hz und regelbarer Schalldruckampilitude ein Meßton erzeugt und über einen Lautsprecher mit Hilfe eines Schlauchsystems in den dicht verschlossenen Gehörgang abgestrahlt. Der dort herrschende Schalldruck wird vom Mikrophon, das über einen Schlauch mit dem Gehörgang in Verbindung steht, registriert. Die vom Mikrophon erzeugte Wechselspannung wird gleichgerichtet, wobei der Gleichstrom direkt proportional dem Schalldruck im Gehörgang ist. Auf der einen Seite des Nullinstruments liegt die Gleichstromspannung an, auf der anderen Seite eine Vergleichsspannung konstanter Größe. Das Impedanzgerät ist so geeicht, daß der Zeiger des Meßinstruments Null anzeigt, wenn ein Schalldruck von 95 dB im Gehörgang herrscht. Dies ist die Ausgangslage für Absolutmessungen. Der Schalldruck von 95 dB wird durch den Lautstärkeregler eingestellt und dient zur Kompensation der Vergleichspannung. Für diagnostische Vorhaben ist es oft wichtig durch Über- bzw. Unterdruck die Übertragungsbedingungen zu änderen. Das geschieht mit einer Pumpe in Verbindung mit einem Manometer, die mit einem Schlauch in den Gehörgang mündet. Übertragungsänderungen des TGA führen zu Änderungen des Schalldruckpegels im Gehörgang und damit zu einem

Unterschied zwischen Mikrophonstrom und Vergleichstrom, woraus ein Zeigerausschlag resultiert.

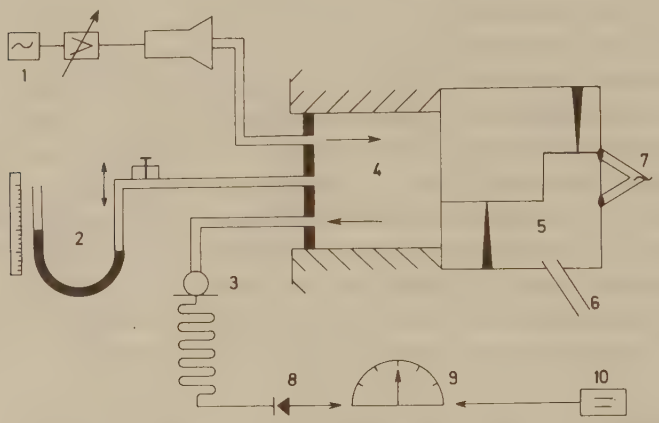

Abb. II: Skizze einer Versuchsanordung zur Impedanzmessung mit Tongenerator, Lautsprecher, Luftdruckregler, Sondenmikrophon sowie Verbindungsschläuchen zur Druckkammer

1 = Tongenerator für Meßton (220 Hz)
2 = Luftdruckregulierungssystem mit Pumpe und Manometer
3 = Sondenmikrophon
4 = Gehörgang als Druckkammer
5 = TGA mit Binnenohrmuskeln und Paukenhöhle
6 = Ohrtrompete
7 = Innenohr
8 = Gleichrichter zur Gleichrichtung der von Sondenmikrophon abgegebenen Wechselspannung
9 = Nullinstrument
10 = Vergleichspannung

III. Reflexbogen des Muskulus stapedius (2)

Der afferente Teil des Reflexbogens beginnt mit dem ersten Neuron (I) an den Haarzellen bzw. am Ganglion spirale der Cochlea. Die Fasern laufen als N. cochlearis durch den meatus acusticus internus und bilden hier zusammen mit den N. vestibularis den VIII. Hiernnerv. Nach dessen Eintritt in den Hirnstamm gehen die cochleären Fasern in den ventralen cochleären Kern. Durch eine Synapse wird die Höringformation auf das zweite Neuron (II) übertragen, das den Trapezkörper passiert und direkten Kontakt mit dem ipsilateralen motorischen Fazialiskern hat. Von hier verläuft das efferente Neuron (IV) mit dem N. facialis über das Fazialisknie in den Fazialiskanal und innerviert von dort aus den ipsilateralen M. stapedius. Vom Trapezkörper verlaufen kollaterale afferente Fasern (Neuron II) zur ipsilateralen bzw. kontralateralen medialen oberen Olive. Dort entspringen Fasern (Neuron III) und laufen zu den ipsilateralen bzw. kontralateralen motorischen Fazialiskernen. Dabei besteht auch von der ipsilateralen medialen oberen Olive ein Kontakt zum kontralateralen motorischen Fazialiskern. Von den Fazialiskernen gehen dann die efferenten Fasern (IV) mit dem jeweils zugehörigen N. facialis zum entsprechenden M. stapedius. Durch die Verknüpfung ipsilateraler und kontralateraler Hirnstammareale erklärt sich die Reaktion beider M. stapedii bei akustischer Reizung an einem Ohr.

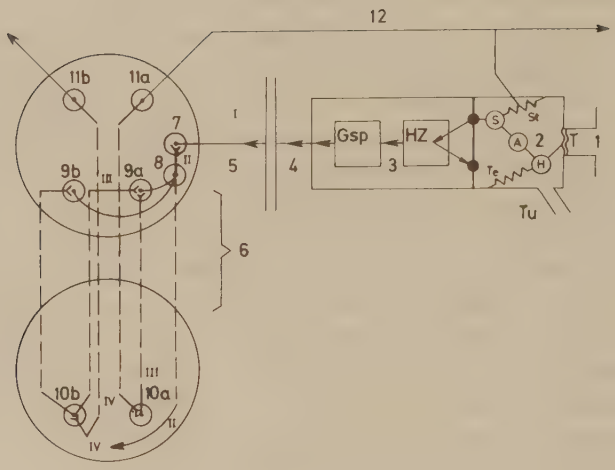

Abb. III: Schematische Darstellung des Reflexogenverlaufs beim M. stapedius im Mittel- und Innenohr, N. facialis, N. VIII., sowie im Hirnstamm.

1 = Trommelfell
2 = Mittelohr: St = M. stapedius
H = Hammer
A = Ambos
S = Steigbügel
Te = M. tensor
Tu = Tube
3 = Innenohr: Hz = Haarzellen
Gsp= Ganglionspirale
4 = N. cochlearis
5 = N. VIII.
6 = Schnitte durch den Hirnstamm
7 = Nucleus cochlearis ventralis
8 = Corpus trapezoid
9a = Oliva medialis superior (ipsilat.)
9b = Oliva medialis superior (contralat.)
10a= Nucleus motor. facialis (ipsilat.)
10b= Nucleus motor. facialis (contralat.)

11a = Genu nervus facialis (ipsilat.)
11b = Genu nervus facialis (contralat.)
12 = N. facialis

IV. Anwendung der Impedanzmessung (17)

Die Impedanzmessung wird zur Diagnostik von pathologischen Veränderungen im Bereich des TGA, der Cochlea und-da über die Reflexbögen des M. tensor tympani und des M. stapedius auch Fasern des V. und VII. Hirnnerven verlaufen- bei neurologischen Problemen herangezogen. Im Rahmen dieser Arbeit interessiert nur der Stapediuslautheitstest im Zusammenhang mit cochleären Veränderungen. Beim Stapediuslautheitstest wird der Reizton auf das Prüfohr gegeben, während die Sonde mit Mikrophon den Schalldruck im Gegenohr mißt. Die Meßwerte werden im Sondenohr abgelesen und die Reizstärke seitenrichtig in Abhängigkeit von der Frequenz notiert. Aus den einzelnen Schallwellenwerten resultiert die Stapediusreflexkurve. Während der Stapediusreflex normalerweise 70-110 dB über der Hörschwelle auslösbar ist, kommt es bei Innenohrschwerhörigkeit mit Cochleaschden bereits bei Reizstärken unter 70 dB über der Hörschwelle zur Reflexauslösung. Da der Stapediusreflex nur von der Lautheit abhängt, ist seine Messung- im Gegensatz zum Fowler-Test, der von den Angaben und der Mitarbeit des Patienten beeinflußt werden kann- ein Verfahren zur objektiven Rekruitmentbestimmung.

C. METHODIK UND PATIENTENGUT

I. Patientengut

Die Messungen wurden im Zeitraum 1. Juli 1976 bis 30. Juni 1977 bei 135 Personen durchgeführt. Bei der Auswahl der Patienten wurde berücksichtigt, daß bei keinem eine zusätzliche Schalleitungsschwerhörigkeit oder ein anormales Tympanogramm bestand bzw. keine unklare Anamnese vorlag.
Die Patienten verteilen sich auf folgende Krankheitsbilder:

Lärmschwerhörigkeit:	n = 26
nichtprogredierte, kindliche Schwerhörigkeit:	n = 22
Morbus Menière:	n = 11
Hörsturz:	n = 21
Altersschwerhörigkeit:	n = 28
Schwerhörigkeit bei HWS-Syndrom:	n = 12
retrocochleäre Schwerhörigkeit:	n = 15

II. Tonaudiometrie

Messung der Hörschwellen:
Als Gerät wurde das in der Münchner Uni.-Klinik für HNO-Heilkunde routinemäßig verwendetete Tonaudiometer von Typ Beomat 4000 SR benutzt. Es erzeugt reine Töne im Oktav- und Halboktavabstand in einem Frequenzbereich von 125 - 12 000 Hz. Für jeden Patienten wurden Luftleitungs- und Knochenleitungskurven ermittelt.

III. Überschwellige Tests

Bei jedem Patienten mit Innenohrschwerhörigkeit wurde mindestens ein subjektiver Rekruitment-Test durchgeführt: Der SISI-Test und/ oder der Fowler-Test. Dabei wurde das jeweilige Verfahren in dem Frequenzbereich durchgeführt, bei dem der größte Hörverlust bestand. Der SISI-Test ist grundsätzlich erst ab 40 dB und der Fowler-Test nur einseitig anwendbar.

IV. Impedanzaudiometrie

Der Stapediuslautheitstest wurde mit Hilfe des Impedanzmessgerätes Madson ZO 72 durchgeführt. Grundsätzlich wurden beide Ohren getestet, wenn es aus technischen Gründen - intaktes Trommelfell ect. - möglich war. Die Beschallung erfolgte kontralateral mit den Frequenzen 500, 1000, 2000 und 4000 KHz. Dabei steigerte man den Reizton von 70 dB an kontinuierlich um 5 dB, bis der Stapediusreflex ausgelöst wurde. Man notiert jeweils die Lautstärke bzw. Lautheit, die dem Prüfohr zugeführt wurde, um im Gegenohr eine am Zeigerinstrument sichtbare Complianceänderung hervorzurufen. Die Eintragung erfolgt in einer separaten Rubrik des Impedanzblattes. Die Reflexregistrierung erfolgte zusätzlich noch mit einem 2-Kanal-Oscillographen, auf dem der Reflex in Relation zum Tontrigger aufgezeichnet wurde. Traten bei 3 Messungen reproduzierbare, optisch eindeutige Ausschläge auf, wurde der Reflex als auslösbar betrachtet.

V. Auswertungsvorgang

In einer Sammeltabelle (siehe tabellarische Übersicht Seite 36), in der jeder einzelne Patient separat aufgeführt wird, sind die Untersuchungswerte jedes einzelnen Ohres eingetragen. Aus den Audiogrammen wurden die Hörschwellenwerte für die Schalleitung bei 0,5; 1; 2 und 4 KHz, die Prozentwerte des SISI-Tests sowie das positive oder negative Ergebnis des Fowler-Tests entnommen. Von den Impedanzblättern wurden die Stapediusreflexschwellen bei 0,5; 1; 2 und 4 KHz auf die Sammeltabelle übertragen. Eventueller Ausfall, Ermüdung oder technische Schwierigkeiten (nicht beschallbare oder abdichtbare Ohren) wurden vermerkt.

D. ERGEBNISSE

I. Größe der Reflex-Hörschwellendifferenzen bei verschiedenen Innenohrerkrankungen (Tab. 1-7; Abb. IV-X)

Als Maß des objektiven Rekruitments wird die Differenz zwischen der Schwelle zur Stapediusreflexauslösung und der Hörschwelle, beide gemessen in Dezibel, herangezogen. Zur Bestimmung des Rekruitments des Innenohrs wurden die Reflexschwellen- und Hörschwellenwerte bei den Frequenzen 0,5; 1; 2 und 4 KHz gemessen. Die Differenz beider Werte ist das Maß für das objektive Rekruitment. In der grafischen Darstellung sind die Differenzwerte auf die Ordinate aufgetragen und den Frequenzbereichen, die auf der Abszisse angeordnet sind, gegenübergestellt. Als Zweitinformation sind auf der Abszisse jeder Frequenz die Hörschwellenbereiche ≤ 25, $> 25 \leq 55$ und > 55 dB zugeordnet.

Zeichenerklärung
ΔdB = Reflexhörschwellendifferenz (gemessen in dB)
F = Frequenz (gemessen in KHz)
ST = Schwellenbereiche des Tonaudiogramms (dB)
RHD = Reflex-Hörschwellendifferenzen (dB)
o = Wert für einzelnes Ohr
⌐¬ = Mittelwert
I = Standardabweichung
x = Mittelwert
y = Standardabweichung

1. Lärmschwerhörigkeit
Stapediuslautheitsmessung und Tonaudiogramme wurden bei 23 Patienten mit doppelseitiger und 3 Patienten mit einseitiger Lärmschwerhörigkeit erstellt. In 44 Fällen konnten Stapediusreflexschwellen ermittelt werden. Zwei Ohren waren nicht abdichtbar, ein Ohr wies pulssynchrone Ausschläge auf und bei zwei weiteren mußte ein Ausfall des Reflexes registriert werden. Bei einem Ohr trat eine leichte Ermüdung auf. Entsprechend dem charakteristischen Verlauf der Hörkurven, die sich

durch Hörverluste ab ca. 2 KHz auszeichnen mit punktum maximum bei 4 KHz, finden sich Reflex-Hörschwellendifferenzwerte von weniger als 70 dB vor allem im Frequenzbereich bei 4 KHz. Auch bei den Frequenzen 0,5; 1; 2 KHz kommen solche Fälle vor, jedoch in weitaus geringerer Anzahl (siehe Tab. 1 und Abb. IV). Aus Tabelle und Abbildung geht deutlich hervor, daß mit zunehmendem Hörverlust die RHD-Werte kontinuierlich abnehmen. Sie liegen im Hörschwellenbereich ≤25 noch deutlich über 70, im Bereich >25 ≤55 um die 60 und bei Hörschwellen über 55 dB bei ca. 40 dB.

dB		0,5	1	2	4	KHz
≤25	x	83	82	76		
	y	9,6	9,6	16,3		
>25 ≤55	x	55	59	63	59	
	y	7	10	10,9	11,6	
>55	x			40	40	
	y			14,8	12,2	

Tab. 1: Mittelwerte und Standardabweichung der Differenzwerte von Hörschwellen und Reflexschwellen bei 26 Patienten mit Lärmschwerhörigkeit in den Frequenzabschnitten 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25, ≤55, >55 dB.

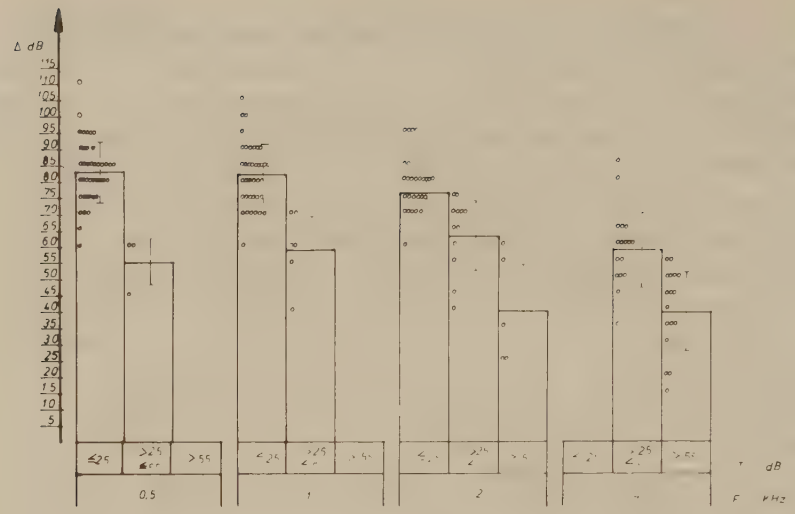

Abb. IV: Graphische Darstellung der Größe der Reflex-Hörschwellendifferenzen in dB bei 26 Patienten mit Lärmschwerhörigkeit in Abhängigkeit von den Frequenzen 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25, ≤55, > 55 dB.

2. Kindliche, nichtprogredierende Schwerhörigkeit

Das Meßprogramm wurde bei 17 Patienten mit doppelseitiger und 5 mit einseitiger kindlicher Schwerhörigkeit durchgeführt. Das Patientengut umfaßte kongenital hereditäre, perinatal und postnatal erworbene Formen kindlicher, nicht progredierender Schwerhörigkeit. Der Stapediusreflex wurde an 38 Ohren gemessen. Ein Ohr hatte eine zusätzliche Schalleitungsstörung. Bei 5 Patienten war jeweils ein Ohr gesund.

Analog zu den Hörschwellen, die allen 4 Frequenzen deutliche Hörverluste zeigen, ist die überwiegende Anzahl der Differenzwerte zwischen Hör- und Stapediusreflexschwelle kleiner als 70 dB. Daneben kommen aber im gesamten Frequenzspektrum Fälle vor, deren Hörschwelle unter 25 dB liegt, mit entsprechenden

Differenzwerten über 70 dB. (siehe Tab. 2 und Abb. V)
Auch beim Krankheitsbild der kindlichen, nicht progredierenden Schwerhörigkeit ist deutlich- und zwar bei allen Frequenzen- die kontinuierliche Abnahme der RHD-Werte mit zunehmenden Hörverlust zu verfolgen. Im Hörschwellenbereich ≤25 liegen die Reflex-Hörschwellendifferenzen um die 70, im Bereich >25 ≤55 bei ca. 55 und Hörschwellen über 55 dB haben RHD-Werte von durchschnittlich 27 dB.

		0,5	1	2	4 KHz
≤ 25	x	76	71	70	68
	y	9	14,4	3,5	5,5
> 25 ≤ 55	x	54	55	53	59
	y	8,4	9,9	8,8	10,7
> 55	x	29	32	27	20
	y	18,5	15,3	12,2	13,2

dB

Tab. 2: Mittelwerte und Standardabweichung der Differenzwerte von Hörschwellen und Reflexschwellen bei Patienten mit kindlicher, nicht progredierender Schwerhörigkeit mit den Frequenzabschnitten 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25, ≤55, >55 dB.

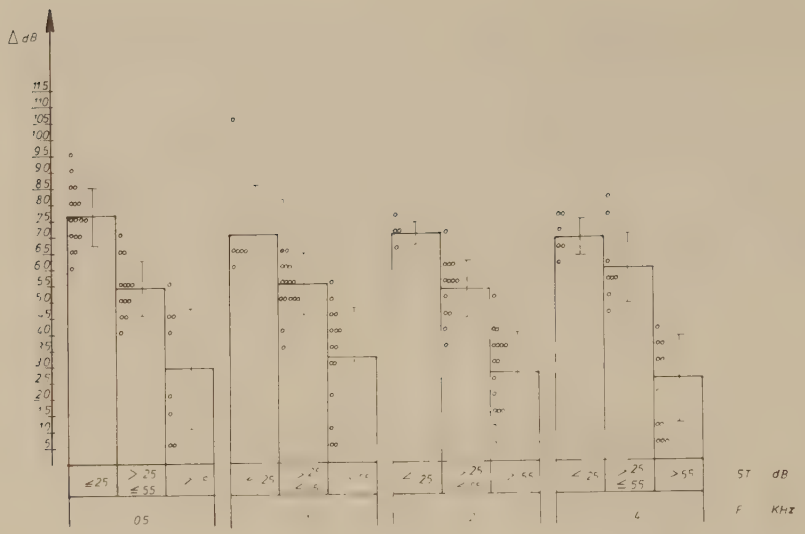

Abb. V: Graphische Darstellung der Größe der Reflex-Hörschwellendifferenzen in dB bei 22 Patienten mit kindlicher, nicht progredierender Schwerhörigkeit in Abhängigkeit von den Frequenzen 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25, ≤55, >55.

3. M. Menière

Stapediuslautheitstest und Tonaudiometrie wurden bei 4 Patienten mit doppelseitigem und 7 mit einseitigem M. Menière durchgeführt. Die Stapediusreflexschwelle konnte in 14 Fällen ermittelt werden.

In den Frequenzbereich 0,5 und 1 KHz finden sich mit wenigen Ausnahmen entsprechend dem Hörverlust RHD-Werte, die kleiner als 70 dB sind. Bei 2 und 4 KHz besteht eine zahlenmäßige Ausgewogenheit der RHD-Werte über bzw. unter 70 dB analog zu den Hörschwellen. Abb. V und Tab. 3 bringen auch bei Krankheitsbild M. Menière die Abhängigkeit der Größe der Reflex-Hörschwellendifferenzwerte vom Hörverlust bei allen Frequenzen zum Ausdruck. Sie bewegen sich im Hörschwellen-

bereich ≤ 25 um 85 dB im Bereich > 25 ≤55 zwischen 42 und 65 dB und bei Hörschwellen über 55 dB zwischen 26 und 34 dB.

dB		0,5	1	2	4	KHz
≤ 25	x	90		80	88	
	y	0		10,7	11,2	
> 25 ≤55	x	42	59	53	65	
	y	11,6	13,1	4,7	17,7	
>55	x	26,7	23	27,5	34	
	y	6,5	21,6	5,6	15,6	

Tab. 3: Mittelwerte und Standardabweichung der Differenzwerte von Hörschwellen und Reflexschwellen bei Patienten mit M. Menière mit den Frequenzabschnitten 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25 ≤55, >55 dB.

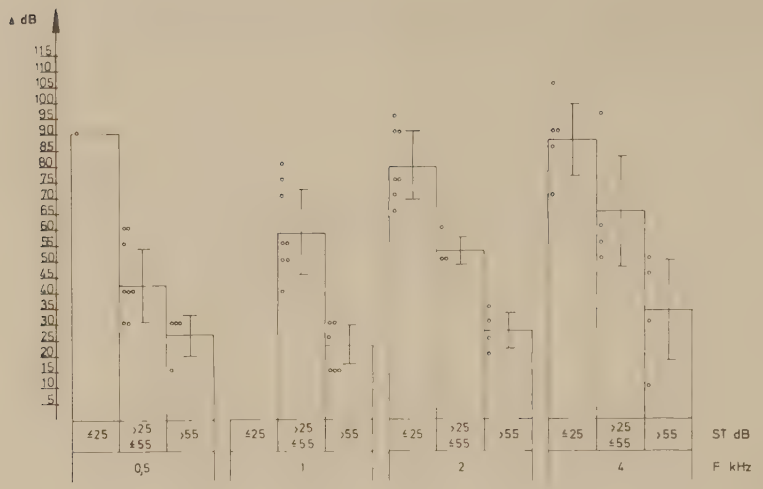

Abb. VI: Graphische Darstellung der Größe der Reflex-Hörschwellendifferenzen in dB bei 11 Patienten mit M. Menière in Abhängigkeit von den Frequenzen 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25 ≤55, > 55 dB.

4. Hörsturz

Das Meßprogramm wurde bei 17 Patienten mit einseitigem und 4 mit doppelseitigem Hörsturz durchgeführt. Nur in 21 Fällen ließ sich eine Stapediusreflexschwelle ermitteln, da ein Ohr nicht beschallbar, ein weiteres nicht abdichtbar und ein drittes total ertaubt war. Bei einem Patienten war der Reflex ausgefallen.

Der Zusammenhang zwischen Hörverlust und Stapediusreflexschwelle ist auch bei diesem Krankheitsbild wiedeerum deutlich zu verfolgen. Gemäß dem Hörverlust von mehr als 55 dB bewegen sich die Reflex-Hörschwellendifferenzwerte in den Frequenzbereichen 0,5; 1; 2 und 4 KHz im Mittel zwischen 19 und 28 dB. Bei Hörschwellen > 25 ≤55 dB liegen sie zwischen 49 und 58 dB. Im Hörschwellenbereich ≤25 dB ist der geringste

Mittelwert 60 der höchste 75 dB (siehe Tab. 4 und Abb. VII.)

dB		0,5 KHz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
≤ 25	x	75	60	62,5	75
	y	7,1	0	2,5	5
> 25 ≤55	x	58	57,5	49	52,5
	y	7,9	15,2	9,6	7,5
> 55	x	21	20	19,4	28
	y	12,5	15,4	16,4	9,9

Tab. 4: Mittelwerte und Standardabweichung der Differenzwerte von Hörschwellen und Reflexschwellen bei Patienten mit Hörsturz in den Frequenzabschnitten 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25 >25 ≤55, >55 dB.

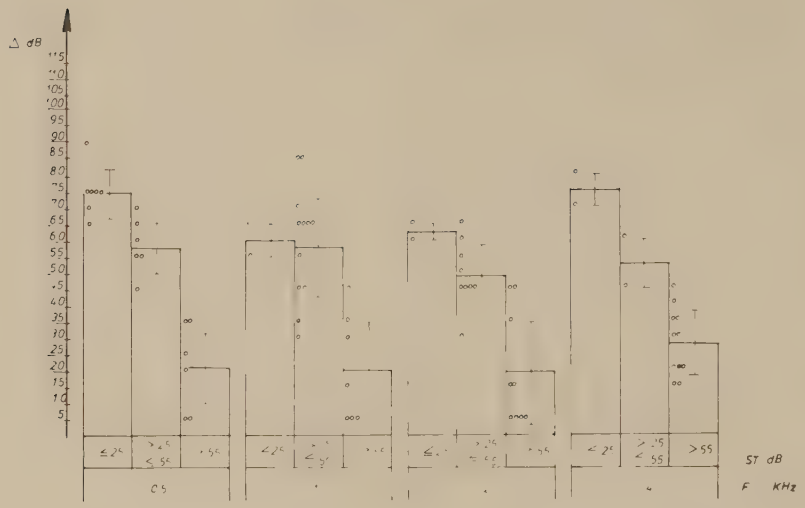

Abb.VII: Graphische Darstellung der Größe der Reflex-Hörschwellendifferenzen in dB bei 21 Patienten mit Hörsturz in Abhängigkeit von den Frequenzen 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25 ≤55, >55 dB.

5. Altersschwerhörigkeit

Das Meßprogramm wurde bei 28 Patienten durchgeführt. 49 Ohren waren ausschließlich an Altersschwerhörigkeit erkrankt. Eine Stapediusreflexschwelle konnte bei 43 Ohren ermittelt werden, da ein Ohr nicht abdichtbar war und bei 5 Patienten der Reflex ausfiel.

Karakteristisch für Altersschwerhörigkeit ist eine Hörverschlechterung vorwiegend in den hohen Frequenzen. Aus Tab. 5 und Abb. VIII geht hervor, daß auch bei diesem Krankheitsbild mit zunehmendem Hörverlust, unabhängig davon in welchem der 4 Frequenzbereiche gemessen wird, die Reflex-Hörschwellenwerte kleiner werden. Sie betragen beispielsweise im Hörschwellenbereich ≤25 noch durchschnittlich zwischen 73 und 77 dB. Im Bereich >25 ≤55 liegen die RHD-Werte zwi-

schen 51 und 56 dB und bei Hörschwellen von mehr als 55 dB ist der größte Mittelwert 37, der kleinste 23 dB.

dB		0,5	1	2	4	KHz
≤ 25	x	77	76	73	75	
	y	12,1	10,6	9,5	0	
> 25 ≤ 55	x	52,5	51	56,5	51	
	y	9,0	12,6	9,5	13,5	
> 55	x	28	23	26	37	
	y	7,5	9,4	12,8	14,5	

Tab. 5: Mittelwerte und Standardabweichung der Differenzwerte von Hörschwellen und Reflexschwellen bei Patienten mit Altersschwerhörigkeit in den Frequenzabschnitten 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25 ≤55, >55 dB.

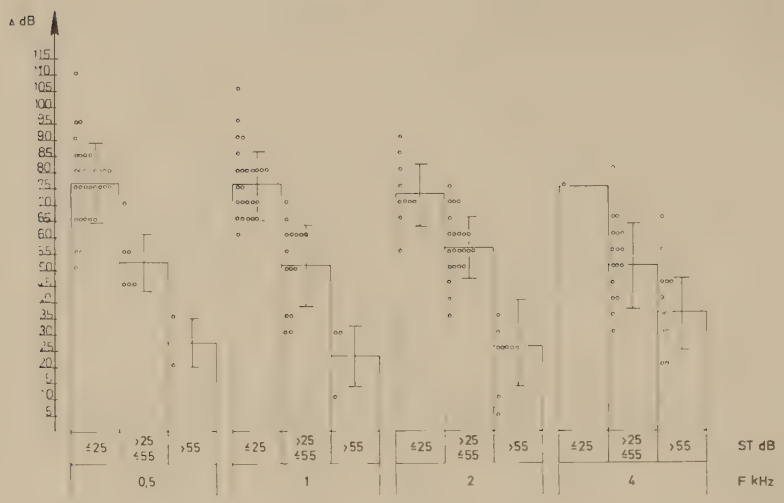

Abb. VIII: Graphische Darstellung der Hör-Reflexschwellendifferenzen in dB bei 28 Patienten mit Altersschwerhörigkeit in Abhängigkeit von den Frequenzen 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25 ≤55, > 55 KHz.

6. Schwerhörigkeit bei HWS-Syndrom

Das Meßprogramm wurde bei 12 Patienten durchgeführt. Die Stapediusreflexschwelle konnte in 12 Fällen ermittelt werden. Bei 8 Ohren war der Reflex ausgefallen.

Hörverlust wurde bei Patienten mit HWS-Syndrom bis auf eine Ausnahme nur im Frequenzbereich 4 KHz festgestellt (siehe Abb. IX und Tab. 6). Hier betrug der Mittelwert der Reflex-Hörschwellendifferenzen im Bereich ≤25 > 55 61 dB. Im Hörschwellenbereich ≤ 25 dB liegen die Reflexschwellen bei allen vier Frequenzen entsprechend über 70 dB, nämlich zwischen 79 und 96 dB.

dB		0,5	1	2	4 KHz
≤ 25	x	96	92	89	79
	y	5,4	6,1	5,4	12,7
> 25 ≤ 55	x	50			61
	y				11,4
> 55	x		30	30	
	y		0	0	

Tab. 6: Mittelwerte und Standardabweichung der Differenzwerte von Hörschwellen und Reflexschwellen bei Patienten mit HWS-Syndrom in den Frequenzabschnitten 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25 ≤55 >55 dB.

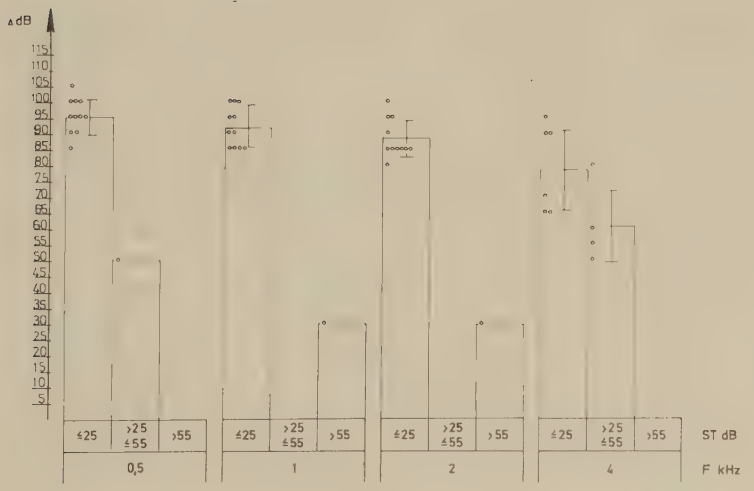

Abb. IX: Graphische Darstellung der Reflex-Hörschwellendif-

ferenzen in dB bei 12 Patienten mit HWS-Syndrom in Abhängigkeit von den Frequenzen 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25 ≤55, >55 dB.

7. Retrocochleäre Innenohrschwerhörigkeit (ohne Akustikusneurenome)

Bei 15 Patienten wurde das Meßprogramm durchgeführt. Der Stapediusreflex war bei 23 Ohren meßbar. Ein Ohr konnte nicht abgedichtet werden. Nur in 4 Fällen war der Reflex nicht auslösbar. Bei einem Ohr lag eine andere Innenohrstörung vor. Es handelte sich um Patienten mit cerebralen Durchblutungsstörungen, Commotio cerebri, Polyneuritis, multipler Sklerose, Arachnoiditis, Meningitis, vaskulären Prozessen, apoplektischen Insult, Myasthenia gravis und Z.n. passagerer Halbseitensymtomatik.

Nach dem Tonaudiogramm finden sich bei diesem Patientengut in allen vier Frequenzbereichen Hörschwellen von mehr als 25 dB. Der größte Hörverlust war bei 2 bzw. 4 KHz zu registrieren. Bei Patienten mit retrochleärer Innenohrschwerhörigkeit ist ebenso wie bei Innenohrschwerhörigkeit vom Corti-Typ die Größe der Reflex-Hörschwellendifferenzwerte vom Hörverlust abhängig. Im Hörschwellenbereich ≤25 dB finden sich für die verschiedenen Frequenzen Mittelwerte, die zwischen 74 und 78 dB liegen. Im Hörschwellenbereich >25 ≤55 dB betragen sie 50 bzw. 54 dB und bei Hörverlusten über 55 dB sind die durchschnittlichen Reflex-Hörschwellendifferenzen 32-35 dB.

dB		0,5	1	2	4 KHz
≤25	x	74	75	74	
	y	14	21,4	12,9	14,3
>25 ≤55	x	50	50	54	54
	y	0	5	10,2	12
>55	x		32	35	33
	y		11	18,7	17,9

Tab. 7: Mittelwerte und Standardabweichung der Differenzwerte von Hörschwellen und Reflexschwellen bei retrocochleärer Innenohrschwerhörigkeit in den Frequenzabschnitten 0,5; 1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25, >25 ≤55, >55 dB.

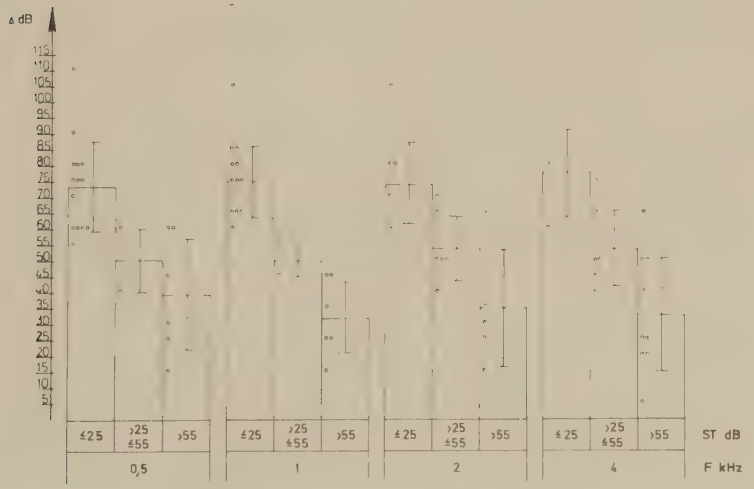

Abb. X: Graphische Darstellung der Hör-Reflexschwellendif-

ferenzen in dB bei 15 Patienten mit retrocochleärer Innenohrschwerhörigkeit in Abhängigkeit von den Frequenzen 0,5;1; 2; 4 KHz und den Hörschwellenbereichen ≤25,> 25 ≤55,> 55 dB.

II. Vergleich des objektiven Rekruitments mit dem subjektiven Rekruitment (Tab.8)

Als subjektiver Rekruitmenttest wurde bei den meisten Patienten, die eine Innenohrschwerhörigkeit aufwiesen, der SISI-Test durchgeführt. Voraussetzung war ein Hörverlust mindestens in einer Frequenz von über 40 dB. Bei einseitiger Hörverschlechterung wurde zusätzlich der Fowler-Test angewendet.
Bei 28 an Lärmschwerhörigkeit erkrankten Ohren konnten sowohl SISI- bzw. Fowler-Test als auch der Stapediuslautheitstest durchgeführt werden. In 25 Fällen waren beide Testverfahren positiv. Bei 3 Patienten war die objektive Messmethode der subjektiven überlegen, denn nur mittels Stapediusreflex konnte das Rekruitment nachgewiesen werden. Der SISI-Test war bei 3 Patienten mit 0% negativ.
Der Metz-Rekruitmenttest und der SISI- bzw. Fowler-Test waren bei 8 an kindlicher, nicht progredierender Schwerhörigkeit erkrankten Ohren zu ermitteln. In 7 Fällen konnte ein jeweils positives Meßergebnis erzielt werden. Nur bei einem Ohr war mit dem Fowler-Test kein Lautheitsausgleich möglich, während der Stapediusreflex ein positives Rekruitment ergab.
Bei 8 an M. Menière erkrankten Ohren wurde der Stapediuslautheits- und der SISI- bzw. der Fowler-Test durchgeführt. In allen 8 Fällen waren subjektive und objektive Meßmethode positiv.
13 Ohren mit Hörsturz konnten der subjektiven und objektiven Rekruitmentmessung unterzogen werden. In einem Fall war der SISI-Test mit 0% negativ, während die Stapediusreflexmessung ein positives Rekruitment ergab. Subjektives und objektives Rekruitment waren bei 12 Ohren gleichzeitig positiv.
Bei 13 an Altersschwerhörigkeit erkrankten Ohren konnte sowohl der Stapediuslautheitstest wie auch der SISI-Test bzw.

Fowler-Test angewandt werden. In allen 13 Fällen führten beide Testverfahren zu positiven Ergebnissen.

Objektives Rekruitment	+	-	+	-
Subjektives Rekruitment	+	-	-	+
Lärmschwerhörigkeit	25	0	3	0
Kindliche, nicht progredierende Schwerhörigkeit	7	0	1	0
M. Menière	8	0	0	0
Hörsturz	12	0	1	0
Altersschwerhörigkeit	13	0	0	0
Gesamt	65	0	5	0

Tab. 8: Vergleich des objektiven Rekruitments mit dem subjektiven bei verschiedenen Innenohrerkrankungen.

III. Positives objektives Rekruitment bei Patienten mit retrochleärer Innenohrschwerhörigkeit im Vergleich mit Ergebnissen anderer retrocochleärer Tests (Tab. 9).

Von insgesamt 27 Ohren mit retrocochleären Hörstörungen lag bei 21 ein positives objektives Rekruitment vor. Der Vergleich des Metz-Rekruitments mit den anderen Tests ergab folgendes: In 13 Fällen waren objektive und subjektive Rekruitmenttests jeweils positiv. In 2 Fällen war ersterer positiv, während der SISI-Test bei 0% lag.
Beim Vergleich der Stapediusreflexmessung mit dem Carhart-Test stellten wir fest, daß bei 2 Patienten, bei denen ein objektives Rekruitment auffiel, der Carhart-Test ebenfalls keine Schwellenerniedrigung zeigte. Bei 4 Patienten dagegen wies das objektive Rekruitment auf eine Corti-Störung hin, obwohl nach dem Carhart-Test eine ausgeprägte Schwellenerniedrigung vorlag, wie sie üblicherweise nur bei retrocochleärer Innenohrschwerhörigkeit auftritt. Bei 3 Ohren mit positivem sub-

jektiven Rekruitment war gleichzeitig ein Reflexausfall des M. Stapedius zu registrieren. Zu bemerken ist, daß es sich um retrocochleäre Störungen verschiedener Genese (die Krankheitsbilder wurden unter D I 7 aufgeführt) handelte, jedoch um keine Akustikusneurenome.

Objektives Rekruitment	+	+	+	+	-
Subjektives Rekruitment	+	-			+
Carhart-Test			+	-	
	13	2	4	2	3

Tab. 9: Gegenüberstellung der Ergebnisse des objektiven und subjektiven Rekruitments bzw. des Carhart-Tests bei 15 Patienten mit retrocochleärer Innenohrschwerhörigkeit.

E. DISKUSION (Abb. XI-XVII)

Seit den grundlegenden Forschungen von Metz (1946,1952) wird, wie bereits eingangs erwähnt, als Rekruitmentphänomen eine abnorme Auslösbarkeit des Stapediusreflexes mit Intensitäten von weniger als 70 dB über der Hörschwelle verstanden. Die Stapediusreflexschwelle ist dabei definiert als die geringste Lautheit, bei der gerade noch eine meßbare Kontraktion des Stapediusmuskels eintritt. Stapediusreflex und Rekruitmentphänomen waren seit den Beobachtungen von Metz Gegenstand vieler wissenschaftlicher Arbeiten. Dabei können Versuche, die Stapediusreflexmessung als Diagnostikum heranzuziehen, als interessante Beiträge gewertet werden.
Die Zuordnung des Rekruitmentphänomens zum Innenohr ist allgemein anerkannt. Die herabgesetzte Reflexschwelle bei Innenohrerkrankungen wird nach Dix, Hallpike, Hood (1948) (3), Goodman (8) (1957), Johnsen und Sheehy (1966) (12) im Rahmen der Stapediusreflexmessung zur Differentialdiagnose von Cochleaschäden und retrocochleären Störungen verwendet.
Jerger (10) und in jüngster Zeit Philion (21) konnten darstellen, daß zwischen Hörverlust und Reflexschwellenerniedrigung ein linearer Zusammenhang besteht. Jerger ermittelte bei Patienten mit Innenohrschwerhörigkeit die Mittelwerte der Hörschwellen und Reflexschwellen bei 0,5; 1; 2; 4 KHz und stellte die beiden Komponenten im Koordinatensystem gegenüber. Es war deutlich zu verfolgen, daß mit zunehmendem Hörverlust die Reflexschwellen geringer wurden.
Unseres Wissens nach wurde bisher dieser lineare Zusammenhang zwischen Hörverlust und Reflexschwellenerniedrigung, wie ihn Jerger beschreibt, noch nie bei verschiedenen Innenohrerkrankungen verglichen. Eine diesbezügliche Untersuchung an Patienten mit Lärmschwerhörigkeit, kindlicher nicht progredierender Schwerhörigkeit, Morbus Menière, Hörsturz, Altersschwerhörigkeit sowie Schwerhörigkeit bei HWS-Syndrom und retrocochleären Störungen soll in dieser Arbeit vorgenommen werden. Als Vergleichswerte wurden die Differenzwerte zwischen den tonaudiometrisch bestimmten Hörschwellen und den impedanzaudiometrisch bestimmten Reflexschwellen des Stape-

diusmuskels herangezogen. Als Vergleichsrahmen könnte die funktionelle Abhängigkeit der Reflex-Hörschwellendifferenzen von der Hörschwelle bzw. von den Frequenzen dienen. Als representative Bereiche werden die Frequenzen 0,5; 1; 2; 4 KHz und die Hörschwellenbereiche 25, 25, 55, 55 gewählt.

Folgende Aussagen können gemacht werden:

1. Abb. XI-XVII zeigen, daß mit zunehmenden Hörverlust (z.B. Hörschwelle größer 55 dB) die Reflex-Hörschwellendifferenzen abnehmen. Der Zusammenhang zwischen den Hörreflexschwellendifferenzwerten und den Hörschwellen ist linear.

2. Darüber hinaus wird durch den analogen Verlauf der vier Kurven (jede Kurve repräsentiert einen Frequenzbereich), die weitgehenst als Geraden aufgefaßt werden können, deutlich, daß die rekruitmentspezifische, unter 70 dB Lautheitsintensitäten erfolgte Reflexauslösung unabhängig von der Beschallungsfrequenz ist.

3. In den Abb. XI-XVII wird für jedes Krankheitsbild separat die funktionelle Abhängigkeit der Mittelwerte der Reflexhörschwellendifferenzen von der Hörschwelle und den Frequenzen dargestellt.
Wie oben bereits erwähnt repräsentiert jede der vier Linien einer Abbildung einen Frequenzbereich. Die einzelnen Kurven sind bei jedem Krankheitsbild eng gescharrt und zeigen weitgehend linearen Verlauf und einheitliche Steigung.
Die Kurvenschar weist bei allen Krankheitsbildern gleiches Verhalten auf. Dies bedeutet, daß die Reflexhörschwellendifferenzen verschiedener Innenohrerkrankungen hinsichtlich ihres hörschwellen und frequenzabhängigen Verhaltens keine signifikanten Unterschiede zeigen. Die Impedanzmessung ist also für die Differentialdiagnose von Innenohrschwerhörigkeiten des Corti-Typs nicht heranzuziehen.

Abb. XI
Lärmschwerhörigkeit

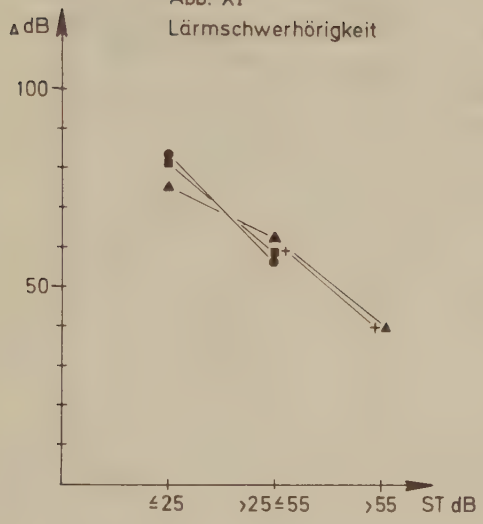

Abb. XII
Kindliche, nicht progredierende Schwerhörigkeit

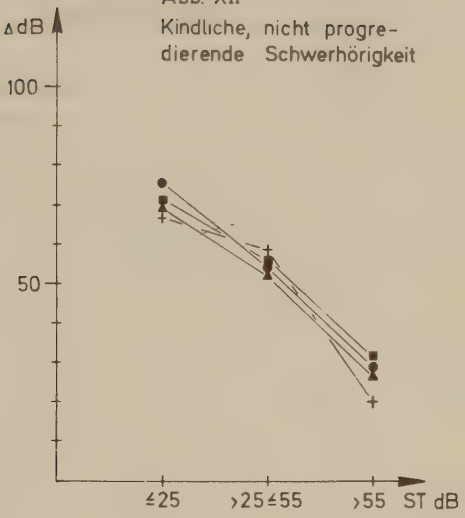

Abb. XIII
M. Menière-

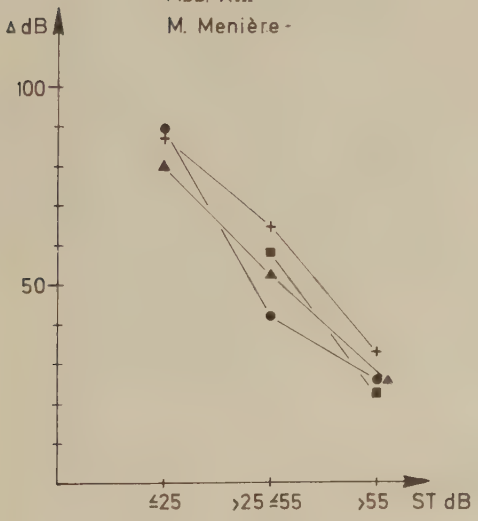

Abb. XIV
Hörsturz

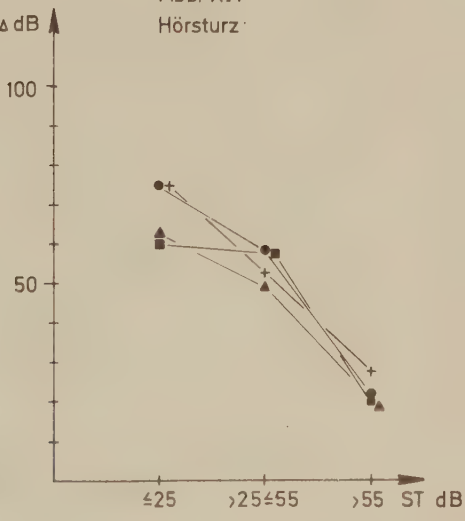

Abb. XV
Altersschwerhörigkeit

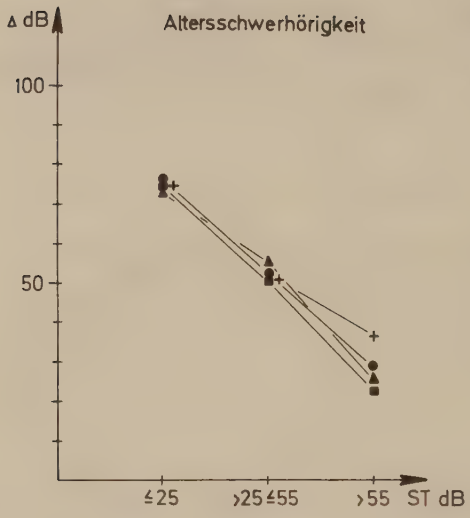

Abb. XVI
Schwerhörigkeit bei HWS-Syndrom

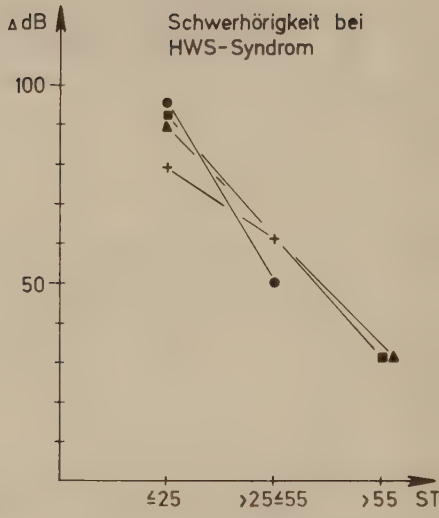

Abb. XVII
Retrocochleäre Innenohrschwerhörigkeit

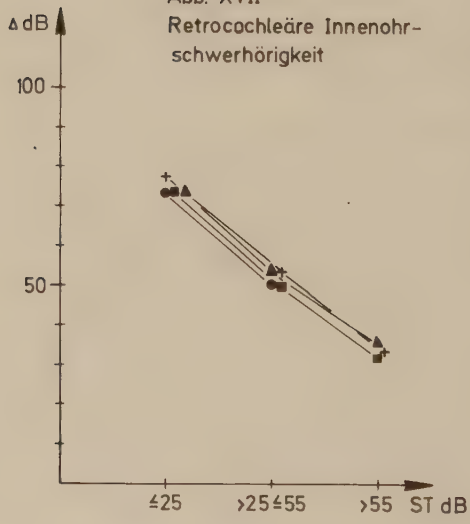

Abb. XI-XVII: Graphische Darstellungen der Mittelwerte der Reflex-Hörschwellendifferenzen (in Abhängigkeit von den zugehörigen Hörschwellenbereichen ≤25;>≤55;>55 dB und den Frequenzen 0,5 ; 1 ; 2; 4 KHz bei Innenohrschwerhörigkeiten verschiedener Genese

● = 0,5 KHz
■ = 1 KHz
▲ = 2 KHz
+ = 4 KHz

4. Weitgehende Übereinstimmung des subjektiven und objektiven Rekruitmenttests hinsichtlich ihrer Aussagen wurden bereits von Kristensen und Jepsen 1952, Metz 1952, Thomsen 1955, Andersen und Barr 1966 festgestellt (1,13,27). Bei unseren Untersuchungen konnten wir bei insgesamt 65 Ohren eine Übereinstimmung feststellen, gegenüber 5 Ohren mit cochleärer Erkrankung, die positives objektives Rekruitment und negatives subjektives Rekruitment aufwiesen. Während bei Morbus Menière und Altersschwerhörigkeit 100% Übereinstimmung herrschte, konnten bei Lärmschwerhörigkeit 83%, bei Hörsturz 92% und bei kindlicher Schwerhörigkeit 88% Identität beobachtet werden.

Es ist ausdrücklich zu bemerken, daß bei allen Innenohrschwerhörigkeiten vom Corti-Typ mit der Impedanzmessung ein positives objektives Rekruitment feststellbar war.
Gegenüber dem subjektiven Rekruitmenttest hat jedoch die Stapediusreflexmessung nicht nur bezüglich ihrer hohen diagnostischen Zuverlässigkeit Bedeutung. Bei audiometrischen Tests (Fowler-Test, SISI-Test) ist das Ergebnis beispielsweise von der Intelligenz, vom Bewußtsein und Reaktionsvermögen sowie vom Willen zur Mitarbeit, von der affektiven Einstellung zum Test und der motorischen Geschicklichkeit abhängig, wie Feldman 1973 auseinandergesetzt hat (5). Dieses Problem dürfte in erster Linie bei Ausländern, Kindern, alten Leuten usw. auftreten. Bei der Stapediusreflexmessung werden diese Schwierigkeiten umgangen. Der Test gilt daher als objektiv. Daher kann er auch bei Verdacht auf Simmulation angewandt werden (14). Auch eine Reihe von Arbeiten, die sich damit befassen, von der Stapediusreflexschwelle Rückschlüsse auf die Hörschwelle anzustellen und damit ein objektives Verfahren der Hörverlustbestimmung in der Hand zu haben (4,11,20,23) können als interessante Anwendung der Stapediusreflexmessung aufgefaßt werden.

5. Interessanterweise ließ sich bei einer überraschend grossen Zahl von Patienten mit retrocochleären Störungen ein verringerter Abstand zwischen Hör- und Reflexschwelle (=objektives Rekruitment) beobachten. Hinsichtlich der funktionellen Abhängigkeit vom Hörverlust und im Frequenzverhalten verläuft die Mittelwertkurve der Reflexhörschwellendifferenz retrocochleärer Hörstörungen analog zum Kurvenverlauf der cochleären Störungen. Zu bemerken ist, daß es sich um retrocochleäre Störungen ohne Akustikusneurenome handelt.
Wie bereits ausgeführt, lagen Krankheitsbilder verschiedener Genese vor. Bei den 15 Patienten mit retrocochleären Störungen wurden Stapediuslautheitstest, Carhart-Schwellenschwundtest, Fowler-Rekruitmenttest und SISI-Test durchgeführt.

Seit den Arbeiten von Dix u.a., Goodman, Johnsen und Sheehy (3,7,12) gilt fehlendes Rekruitment als Hinweis auf retrocochleäre Störungen. Die Rekruitmentmessung hat ihre Bedeutung vorwiegend zum Ausschluß einer retrocochleären Störung, nämlich des Akustikusneuronoms. Bei diesem Krankheitsbild tritt nur bei 11% der bisher dokumentierten Fälle positives objektives Rekruitment auf (22). Bei anderen retrocochleären Störungen (s. D I 7) konnten wir nur bei 3 von 24 Ohren negatives objektives Rekruitment feststellen. Die anderen Ohren, nämlich 21 Fälle, hatten ein nachweisbar positives objektives Rekruitment, obwohl bei 2 Fällen SISI- und Fowler-Test ein negatives subjektives Rekruitment erbrachten bzw. bei 4 weiteren Fällen der Carhart-Test positiv war und somit auf eine retrocochleäre Störung hinwiesen.
Das häufige Auftreten des positiven objektiven Rekruitments bei Patienten mit retrocochleären Störungen wird auch in der Literatur beschrieben. Lehnhardt (15) berichtet von 2 Fällen mit gesicherten zentralen Störungen und positivem Metz-Rekruitment. Anamnestisch gesehen handelte es sich um ein stumpfes Schädeltrauma und um einen neurologisch unklaren Hirnstammprozeß mit passagerer Facialisparese links. Nach SISI-Test und Fowler-Test sowie Geräuschaudiometrie lag zentrale Schwerhörigkeit vor. Lehnhardt erklärte sich dies damit, daß eine Läsion jenseits der Schaltverbindung zum N. facialis vorlag, also 2. und 3. Neuron betroffen waren. Metz-Rekruit-

ment bei zentralen Hörstörungen ist prinzipiell anatomisch denkbar (15), da eine Divergenz der aufsteigenden Bahnen zu höheren Zentren besteht. Eine Hörnervenfaser hat Kontakt mit bis zu 13 Neuronen im Cochleariskern. Aus den Cochleariskern steigen drei größere Bänder von Nervenfasern (Corpus trapezoides) zu höheren Zentren auf. Ein funktionierender Mittelohrreflex ist also damit durchaus erklärbar. Das objektive Rekruitment ist folglich bei retrocochleären Innenohrstörungen mit Ausnahme des Akustikusneuronom diagnostisch in vielen Fällen nicht verwendbar.

F. TABELLARISCHE ÜBERSICHT DER MESSERGEBNISSE

In der nachfolgenden Übersicht sind die einzelnen Ohren in laufender Nummer vermerkt. Falls nur ein Ohr des Patienten das entsprechende Krankheitsbild aufwies, wurden zwar beide aufgeführt, beim nicht verwendbaren jedoch ein entsprechender Vermerk eingetragen (siehe Abkürzungen). War eine Messung technisch nicht durchführbar, so wurde dies ebenfalls vermerkt. Die Hör- und Reflexschwellen wurden bei den Frequenzen 0,5; 1; 2; 4 KHz registriert. Das subjektive Rekruitment ist unterteilt in Fowler- und SISI-Test. Neben dem objektiven Rekruitment wurden auch noch die Ergebnisse des Carhart-Hörermüdungstests sowie eventuelle Reflexermüdung eingetragen. Unter "Sonsiges" erfolgen anamnestische bzw. äthiologische Erkenntnisse.

Abkürzungen:

Hörschwelle = HS : SH = Schalleitungsschwerhörigkeit
a.IS = andere Innenohrschwerhörigkeit
t.t.= total ertaubt

Reflexschwelle = RS: n.abd. = nicht abdichtbar
A = Ausfall
n.meßb. = nicht meßbar
n.besch. = nicht beschallbar
E = Reflexermüdung

Rekruitment = R : s.R. = subjektives Rekruitment
o.R. = objektives Rekruitment
F = Fowler-Test
S = SISI-Test
C = Carharttest

Ohren	HS				RS				s.R		o.R	C	É	Sonstiges
	0,5	1	2	4	0,5	1	2	4	S	F				

-Lärmschwerhörigkeit-

1	5	10	15	90	90	95	95	125			+	
2	5	10	15	95	85	90	95	-			+	
3	10	15	20	75	95	105	115	-	+		+	
4	10	10	20	90	100	105	115	-	-		+	
5	20	30	60	75	n. abd.							
6	10	10	50	60	90	85	95	110			+	
7	10	10	20	65	90	95	95	105	+		+	
8	10	10	25	60	100	100	100	-	+		+	
9	40	50	70	70	85	90	105	90	+		+	
10	30	35	70	65	90	95	95	95	+		+	
11	20	30	40	90	95	100	105	-	+		+	
12	15	15	10	80	100	105	105	100	+		+	
13	15	10	10	40	85	95	90	100	+		+	
14	10	20	20	40	95	90	95	105			+	
15	15	20	20	55	90	100	100	110			+	
16	5	5	10	30	95	90	95	95			+	
17	10	5	30	40	Ausfall				-			
18	10	20	25	55	95	100	95	105	+		+	
19	20	20	55	70	85	105	125	-	+		+	
20	35	45	65	70	95	105	125	-	+		+	
21	10	10	15	35	105	100	95	120				
22	10	10	10	40	105	90	90	100			+	
23	5	10	10	45	95	80	90	80			+	
24	15	15	15	50	85	90	90	100			+	
25	15	20	20	35	85	90	90	115			+	
26	20	20	25	55	95	95	85	105			+	
27	10	5	30	70	95	85	100	125	+		+	
28	20	30	40	75	95	100	115	125	+		+	
29	5	5	10	55	100	85	95	105			+	
30	10	10	5	60	105	100	100	115			+	
31	10	10	40	70	70	70	80	115	+		+	
32	5	10	20	65	85	95	90	100	+		+	
33	20	25	70	80	100	95	95	95	+		+	

34	20	55	55	65	100	110	110	110	+	+
35	5	5	60		115	110	115	-	-	+
36	5	5	50	85	100	105	125	-	-	+
37	10	10	20	50	110	110	100	110		+
38	10	20	20	30	n. meßb.					
39	20	15	20	35	105	100	95	100		+
40	5	20	30	50	Ausfall					
41	10	5	20	45	95	90	100	105	+	+
42	10	10	25	50	90	95	95	105	+	+
43	20	25	30	55	105	95	90	100	+	+
44	15	10	35	60	100	95	105	110	+	+
45	5	5	20	40	85	95	90	100		+
46	10	15	25	60	85	90	100	105	+	+
47	15	15	30	65	90	90	95	100	+	+
48	10	10	35	70	90	85	105	120	+	+
49	10	20	40	65	n. abd.				+	

-kindliche, nicht progredierende Schwerhörigkeit-

1	30	35	30	25	80	85	90	90		+
2	40	50	40	25	85	85	95	100		+
3	20	25	30	20	85	85	85	80		+
4	20	25	35	30	80	90	85	85		+
5	60	65	75	85	105	95	95	90		+
6	70	75	80	85	90	85	90	85		+
7	5	60	100	-	90	105	-	-		+
8	5	60	75	110	80	115	-	-		+
9	15	35	65	65	95	85	90	-	+	+
10	15	35	65	75	85	90	95	95	+	+
11	10	35	55	35	70	85	90	90		+
12	10	40	50	25	85	80	95	90		+
13	45	50	30	60	90	100	90	90	+	+
14	60	80	90	80	115	125	125	-		+
15	70	80	85	90	115	115	125	-		+
16	35	40	80	90	90	105	120	-		+
17	40	40	90	95	105	105	120	-		+
18	35	35	45	65	85	90	90	100		+
19	40	40	50	70	95	90	90	100		+
20	90	110	105		90	90	90	90		+

21	45	60	85	95	85	90	100	105		-	+
22	70	85	80	85	85	90	95	95	+		+
23	60	70	80	80	100	105	115	-			+
24	45	60	60	65	115	110	-	-			+
25	30	60	65	70	85	100	100	105	+		+
26	35	60	65	70	85	100	100	110	+		+
27	20	30	10	10	90	85	85	80			+
28	20	30	25	10	95	90	90	85			+
29	5	20	30	30	90	85	100	105			+
30	5	30	35	50	85	85	90	100			+
31	10	10	35	70	100	115	-	-			
32	40	60	70		95	100	120	120			+
33	10	25	35	45	85	90	95	105	+		+
34	SH										
35	85	95	100	90	90	100	100	95			+
36	20	30	40	45	90	90	95	125			+
37	20	30	40	45	85	90	95	100			+
38	5	5	10	35	100	85	80	80			+
39	10	20	10	35	85	85	80	90			+

-Morbus Menière-

1	t.t.										
2	80	85	75	60	95	100	105	115			+
3	20	50	25	5	110	105	90	110	+		+
4	50	35	10	10	110	110	100	100			+
5	50	70	35	40	80	85	85	90		+	
6	45	45	25	40	-	95	95	-			+
7	65	70	75	90	95	100	95	100			+
8	50	35	25	20	110	115	120	105			+
9	50	45	25	30	105	115	115	125			+
10	a.IH										
11	70	80	80	85	100	95	105	115	+		+
12	60	40	30	35	90	90	90	95		+	+
13	70	70	75	65	100	95	110	115	+		+
14	55	60	50	60	95	90	100	115	+	+	+
15	50	35	15	10	90	90	90	100		+	+
16	50	50	10	10	90	90	85	80		+	+

-Hörsturz-

1	15	50	100	90	85	95	100	105	-	-	+
2	a. IS										
3	95	100	100	-	100	100	100	100			+
4	50	55	50	50	Ausfall						
5	50	50	55	60	115	115	120	-			+
6	a. IS										
7	35	50	65	70	90	85	100	105	+		+
8	80	80	80	80	105	95	95	95	+		+
9	40	40	50	70	85	85	80	90			+
10	30	40	60	60	-	110	105	-	+		+
11	75	90	95	-	n. besch.						
12	20	35	25	30	110	120	-	-			+
13	t.t.										
14	50	60	50	60	105	105	100	100			+
15	90	90	95		90	95	100	-	+		+
16	a. IS										
17	15	20	35	30	90	85	95	100	+		+
18	a. IS										
19	20	30	50	65	85	95	95	100	+		+
20	60	60	55	60	95	90	100	105	+		+
21	25	30	45	60	90	95	90	80			+
22	40	45	50	70	100	100	95	100	+		+
23	IS										
24	30	30	25	25	100	95	95	90			+
25	15	25	20	15	90	80	85	95			+
26	10	20	15	40	n. abd.						
27	45	40	50	65	-	125	105	95	+		+
28	IS										
29	60	60	60	50	95	95	105	95	+	+	+
30	10	55	65	65	85	85	80	85	+	+	+
31	a. IS										
32	80	90	95	-	100	90	95	100	+		+

-Altersschwerhörigkeit-

1	20	25	45	70	95	90	95	115			+
2	30	35	50	75	85	95	100	110			+
3	20	10	20	35	95	90	85	80			+
4	20	10	30	60	95	90	85	90			+
5	10	10	25	30	85	90	80	95			+
6	10	10	25	35	90	90	95	100			+
7	20	30	60	75	85	90	85	95			+
8	20	35	55	65	95	85	90	85			+
9	65	65	75	95	100	95	110	-			+
10	75	80	95	-	95	90	100	120			+
11	20	25	40	50	100	95	90	-			+
12	20	25	35	45	Ausfall						
13	20	10	15	30	Ausfall						
14	10	10	10	20	105	105	80	95			+
15	15	25	40	55	100	100	95	105			+
16	20	25	35	65	85	95	95	110			+
17	35	45	60	85	105	95	95	120	+		+
18	30	35	55	55	105	105	125	-	+		+
19	15	25	50	45	80	85	110	-	+		+
20	15	25	55	45	90	90	105	125	+		+
21	a. IS				-	125	125	-			+
22	50	55	70	60	105	95	95	125			+
23	25	35	40	60	105	95	95	125			+
24	SH										
25	40	40	30	45	95	90	85	85	+		+
26	45	30	40	40	n. abd.						
27	50	55	80	85	95	90	105	-			+
28	55	60	85		Ausfall						
29	5	20	40	55	85	95	100	115			+
30	5	20	25	65	80	90	105	105			+
31	10	15	30	70	95	100	105	115			+
32	10	15	25	55	105	105	110	115			+
33	15	45	60	60	70	80	85	90			+
34	20	50	60	70	70	80	85	80			+
35	SH										
36	15	20	40	65	125	125	110	-			+
37	20	20	30	45	100	90	90	100	+		+

38	20	20	35	55	100	85	90	95	+	+
39	20	15	45	55	85	80	90	95	+	+
40	25	20	50	55	80	85	90	90	+	+
41	40	30	35	35	85	90	95	90		+
42	45	30	40	45	90	85	95	100		+
43		SH								
44	15	30	35	70	-	90	105	-		+
45	10	5	25	40	Ausfall					
46	10	20	25	55	95	100	95	105	+	+
47	20	60	75	-	85	90	85	100		+
48	20	55	65	-	100	85	90	85		+
49	10	5	25	40	Ausfall					
50	10	20	25	55	95	100	95	105	+	+
51	a. IS									
52	10	10	15	40	90	90	90	90		+
53	10	30	40	60	100	95	110	115	+	+
54	a. IS									
55	10	15	15	55	95	100	105	115	+	+
56	a. IS									

-HWS-Syndrom-

1	-	110	-	-	Ausfall					-
2	85	90	100	-	Ausfall					-
3	25	25	25	30	Ausfall					-
4	10	5	10	20	105	100	95	-	+	-
5	10	10	15	20	110	110	100	100	+	-
6	15	25	25	20	Ausfall				-	-
7	10	10	10	10	105	110	105	100	+	-
8	10	15	25	30	Ausfall				-	
9	5	5	5	30	90	90	85	80	+	-
10	5	5	5	25	100	90	90	90	+	-
11	10	10	10	15	115	95	95	80		
12	10	15	5	20	Ausfall				-	+
13	10	10	10	30	110	110	110	110	+	+
14	85	85	85	-	Ausfall				-	
15	5	5	5	5	105	100	100	100	+	
16	5	5	5	15	95	95	95	85	+	
17	20	15	20	45	Ausfall				-	

18	55	75	80	-	105	105	110	-		+			
19	5	5	5	40	100	90	90	100		+	+		
20	10	10	5	35	100	100	90	90		+	+		

-Retrocochleäre-Störungen-

1	10	10	30	25	90	90	95	105		+			Z.n.Kleinhirn-Op.
2	10	15	20	40	70	80	85	85		+			
3	a. IS												Verdacht auf vascul.Prozeß
4	25	25	20	30	85	90	95	105		+	-		
5	20	20	30	60	Ausfall				+	-			Z.n. passagerer Halbseitensymptomatik
6	15	20	40	80	Ausfall				+	-			
7	5	10	15	75	80	85	85	80		+			Comotio
8	5	5	10	20	80	85	90	115					
9	15	20	30	25	75	80	80	85		+	+		Polineuritis
10	20	30	35	45	75	75	85	85	+	+	-		
11	60	60	50	40	120	125	-	-		+			zerebr.Durchblutungsstörung
12	10	10	20	45	120	120	-	-	+				
13	60	45	50	60	90	95	85	85	+	+			
14	40	45	35	50	100	100	105	100	+	+			Multiple Sklerose
15	50	35	40	50	Ausfall				+	-			
16	10	15	15	55	120	120	120	120		+			Arachnoiditis im Kl.Hirnbrücken-winkelbereich
17	65	65	60	70	90	90	90	90	+	+			
18	5	10	10	60	85	85	90	125		+	+		Multiple Sklerose
19	10	15	20	50	85	85	85	100		+	+		
20	85	95	95		100	110	120	-		+			Z.n.Meningitis
21	80	80	90		n. abd.								
22	25	20	25	35	85	85	85	85		+			Hypophysenadenom
23	25	25	30	30	Ausfall								
24	50	65	75	90	90	90	90	115	-	+			Z.n. apoplect. Insult
25	10	10	45	65	80	85	85	115	-	+			
26	65	80	80	75	110	115	-	-	+	+			Z.n.Schädelhirntrauma
27	60	70	85	75	120	115	-	-	+	+			
28	10	10	50	65	100	95	100	115		+	+		Myestaenia gravis
29	10	10	25	75	90	95	90	95	+	+			

G. ZUSAMMENFASSUNG

1. Untersucht wurden Ohren von 135 Personen, die an cochleären Innenohrschwerhörigkeit verschiedener Genese bzw. an retrocochleären Hörstörungen litten. An den pathologisch veränderten Ohren wurden Hörschwellen und Stapediusreflexschwellen gemessen sowie verschiedene retrocochleäre Tests wie Fowler-, SISI- und Carhart-Hörermündungstest durchgeführt.

2. Wir konnten folgendes feststellen:
Der Zusammenhang zwischen den Differenzwerten von Hör- und Reflexschwelle und den Hörschwellen ist linear. Je größer der Hörverlust, desto geringer die Reflex-Hörschwellendifferenzwerte. Diese Beziehung gilt in allen vier untersuchten Frequenzbereichen 0,5; 1; 2; 4 KHz, so daß die rekruitmentspezifische, unter 70 dB Lautheitsintensität erfolgte Reflexauslösung unabhängig von der Beschallungsfrequenz ist.
Die Stapediusreflexmessung kann zur Differentialdiagnose von Innenohrschwerhörigkeiten verschiedener Genese nicht verwendet werden, da die Reflex-Hörschwellendifferenzwerte verschiedener Innenohrstörungen vom Corti-Typ hinsichtlich ihres hörschwellen- und frequenzabhängigen Verhaltens keine signifikanten Unterschiede zeigen. Mit dem Stapediuslautheitstest ist bei cochleären Innenohrstörungen mit hoher Zuverlässigkeit ein positives objektives Rekruitment feststellbar, während die subjektiven Rekruitmenttests in keinem ähnlich hohen Ausmaß zu einem positiven Ergebnis führen. Darüber hinaus ist das objektive Rekruitmenttestverfahren unabhängig von affektiver Einstellung, Wille zur Mitarbeit oder Intelligenz der Testperson. Bei Innenohrschwerhörigkeit von retrocochleärem Typ tritt in vielen Fällen positives objektives Rekruitment auf. Fehlendes objektives Rekruitment hat bisher nur bei Akustikusneurenomen Aussagekraft, bei denen als erwiesen gilt, daß nur in 11% der Fälle positives objektives Rekruitment zu erwarten ist. Bei anderen retrocochleären Störungen verschiedener Genese ist das objektive Rekruitment ebenso wie das subjektive in vielen Fällen diagnostisch nicht verwendbar.

H. LITERATURVERZEICHNIS

1. Anderson,H.,B.,Barr: Conductive recruitment.Acta Otolaryng. Stockholm 65 (1966) 535

2. Borg,E.: The neuronal organisation of the acoustic middle ear reflex.A physiological and anatomical study. Brain research 49 (1973) 123

3. Dix,M.R.,C.S.,Hallpike,I.D.,Hood: Observations upon loudness recruitment phenomen,with especial reference to the differential diagnosis of disorders of internal ear and VIIIth nerve. J. Laryng. 62 (1948) 671

4. Esser,G.,R.,Schunicht: Objektive Bestimmung der Hörschwelle mit Hilfe der Stapediusreflexaudiometrie Arch. klin. exp.Ohr. Nas. Kehlkopfheilk. 202 (1972) 477

5. Feldman,H.: Laryngol. Rhinol. (Stuttg.) 52 (1973) 6

6. Feldman,A.,L.A.,Wilber: Acoustic impedance and admittance- The measurement of middle ears functions Capter 6 (1976) . The William Wilkins Company / Baltimore

7. Fowler,E.P.: Marked deafness areas in normal ears. Arch. Otolaryng. 8 (1928) 156

8. Goodman,A.C.: Some relations between auditory functions in intracranial lesions with particular reference to lesions of cerebellopontine angle. Laryngoscope 67 (1957) 987

9. Jerger,J.L.,J.L.,Shedd,E.,Harford: On the detections of extremely small changes in sound intensity. Arch. Otolaryngol. 69 (1959) 211

10. Jerger,J.,S.,Jerger,L.,Mauldin: Studies in impedance audiometrie. Arch otolaryngol. 96 (1972) 513

11. Jerger,J.,Ph.,Burney,L.,Mauldin,B.,Crump: Predicting hearing loss from the acoustic reflex.
J. Speech Hearing Dis 18 (1974) 22

12. Johnson,E.,W.,J.L., Sheehy: Audiological aspects of the diagnosis of acoustic neuronoms.
J. neurosurg. 24 (1966) 621

13. Kristensen,A.K.,O.,Jepsen: Recruitment in otoneurological diagnostics. Acta otolaryng.(Stockholm) 42 (1952) 553

14. Kumpf,W.,: Zur Differentialdiagnose psychogener Hörstörungen. Laryng. Rhinolog. 53 (1974) 425

15. Lehnhart,E.,: Metz-Rekruitment bei zentralen Hörstörungen. Z.Laryng. Rhinolog. 52 (1973) 11

16. Lucea,A.,: Über eine Methode zur Untersuchung des Gehörgangs zu physiologischen und diagnostischen Zwecken mit Hilfe des Interferenzotoskopes.
Arch. Ohrenheilk. 3 (1867) 186

17. Mehmke,S.,: Die diagnostische Bedeutung der Impedanzmessung. Herausg.: C.H.F. Müller GmbH., Abteilung Hörgeräte, 2 Hamburg, Postfach 1149 (1968)

18. Metz,O.,: The acoustic impedance measured on normals and pathological ears. Acta. otolaryng. Suppl. 63 (1946)

19. Metz,O.,: Threshould of reflexcontraction of muscles of the middle ear and recruitment of loudness.
Arch. Otolaryng. 55 (1952) 536

20. Niemeyer,W.,G., Sesterhenn: Calculating the hearing threshold from the stapedius reflex threshold for different sound stimuli. Audiology 13 (1974) 427

21. Philion,Y.,G., Lescouffair: Les reflexes stapediens dans la presbyacousie et la surdite professionelle. Audiology 16 (1977) 38

22. Pirsig,W.,: Zur Differentialdiagnose von cochleärer, retrocochleärer und zentraler Schwerhörigkeit. Grenzen der Topodiagnostik mit konventioneller Audiometrie. HNO 25 (1977) 186

23. Schwarz, D.M., J.W.,Sanders: Critical bandwidth and sensitivity predicting in the acoustic stapedial reflex. J. of Speech and Hearing Disorders XLI (1976) 255

24. Terkildsen,K.,S.,Nielsen: The electroacoustic impedance measuring bridge for clinical use. Arch. otolaryngol. 45 (1955) 159

25. Terkildsen,K.,K.A.,Thomsen: The influence of pressure variations on the impedance of human ear drum. J. Laryngol. otol. 73 (1959) 409

26. Thomsen,K.A.: Employment of impedance measurement in otologie and otoneurologic diagostics. Acta. otolaryngol. 45 (1955) 159

27. Thomsen,K.A.: The Metz Rekruitmenttest. Acta otolaryng. (Stockholm) 45 (1955) 159

Frau Priv. Doz. Dr. med. Schorn danke ich besonders herzlich für die Überlassung des Themas und die wertvolle Unterstützung und Förderung, die sie mir bei der Durchführung meiner Arbeit hat zukommen lassen.

Ich danke auch Herrn Prof. Dr. H.H. Naumann als dem Direktor der HNO-Klinik für den Arbeitsplatz, den er mir in seiner Klinik zur Verfügung gestellt hat.

LEBENSLAUF

Name:	Michael Josef Hösl
Geboren am:	31. Januar 1952 in Mainburg
Eltern:	Michael Hösl, Landwirt Genoveva Hösl
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Schulbildung:	Volksschule in Lindkirchen 1958-1964 Math. naturwissenschaftl. Gymnasium in Mainburg 1964-1973
Studiengang:	Studium der Zahnmedizin an der Ludw. Max. Universität in München 1973-1979
Prüfungen:	Abitur am 8. Juni 1973 Zahnärztliche Vorprüfung am 12. April 1976 Zahnärztliche Prüfung am 21. Februar 1979